

新素材開発の現状とその問題点

丸 山 恵 也

一、はじめに

八〇年代に入り、新素材への期待と関心はとみに強まっている。その理由の第一に、石油危機による省資源、省エネルギーへの強い要請があげられる。すなわち、石油危機により素材型産業は資源とエネルギーの制約から停滞を余儀なくされ、省資源、省エネの要請から軽量化素材、耐熱素材が求められる一方で、現在の主要素材産業、たとえば鉄鋼業にみられるように、すでに成熟段階を迎え、こんごの大幅な量的拡大が期待できず、多品種少量生産や高付加価値の指向を強めざるをえなくなっていることである。第二の理由としては、先端技術部門の技術革新が基礎素材としての新素材を要請していることがあげられる。それはエレクトロニクス、通信情報技術の近年の著しい高度化による電気・光学的特性に優れた素材へのニーズの増加や、核融合・太陽光発電・ジョセフソン素子など未来技術の実用

化から超電導材料、低コスト光電変換効率材料などの新素材が求められていることにあらわれている。

このような社会的ニーズを担って登場してきた新素材について、ここでは一般的に「従来の素材とは異なる高度な機能と性質をもった素材」として定義し、さらに、それが先端技術分野における産業横断的なキー・テクノロジーとしての役割をはたすものであることを指摘しておきたい。この新素材には、基本的にみて(一)旧素材に新機能が付加された新素材と(二)化学的にも、あるいは技術的にも、これまでの素材とまったく異なった新素材の二種類が存在する。そして、この二種類はさらにいくつかの類型に分けることが可能である。いま、この類型に実際の新素材を対応させて区分すれば次のようになるであろう。(一)従来の延長線上の新素材は、(A)在来技術の延長線上にある素材（ファイン・セラミックス、エンジニアリング・プラスチック）、(B)既存材料の新たな組み合わせによる複合材料（炭素繊維、繊維強化金属複合材料）、(C)高分子材料の新たな機能展開（機能性高分子）に分けられ、さらに(二)従来とは異質の新素材として、アモルファス金属、超電導材料があげられる。

開発・企業化が実際にすすめられ、一定の技術水準にある新素材を全般的にあげれば、第1表にみられる通りであるが、本稿ではこのなかから代表的な新素材としてファイン・セラミックス、高分子材料（エンジニアリング・プラスチック）、複合材料（炭素繊維）、金属材料（アモルファス金属）、光ファイバーの五部門をとりあげ、その開発の現状と展望を検討したい。

二、新素材開発の現状

一九八〇年時点の新素材の市場規模は、第1表にみるようにファイン・セラミックス二、六五五億円、炭素繊維四

○億円、エンブラー、五〇〇億円などである。これに対して旧素材である鉄鋼一六兆円、プラスチック二兆円、アルミ圧延一兆円、伸銅六、〇〇〇億円と圧倒的に高い金額をしめしている。しかし、新素材はその成長率の高いことが特徴である。例えばファイン・セラミックスは一九九〇年に約一兆一、〇〇〇億円、さらに二〇〇〇年には三兆六、〇〇〇億円ないし四兆円と予測され、その年平均成長率は一〇～二〇パーセントが見込まれている。これはエネルギー及び情報関連部門での電子材料としての新素材の需要が増大することによるものである。また、これに加えて新素材がきわめて高付加価値商品であることも、市場規模急成長の要因である。一九八〇年時点でファイン・セラミックスはキロあたり二〇、〇〇〇円、炭素繊維はキロあたり五、〇〇〇円と高価格であるが、新素材のなかには価格低下と生産量急増により汎用素材化するものもでてきている。例えば、炭素繊維が強化繊維プラスチックとして自動車に採用されるとすると、キロあたり五、〇〇〇円、一台あたりの採用量も六〇キロ、生産台数一、三〇〇万台とした場合、市場規模は約四兆円となる。

(一) ファイン・セラミックス

近年、金属や合成樹脂に次ぐ第三の素材として注目されてきたのが、このファイン・セラミックスで、これは天然原料（酸化物系）あるいは人工原料（非酸化物系）を化学的に処理してつくりだされるものであり、エネルギー、エレクトロニクスの分野できわめて重要な役割をはたしている。

このファイン・セラミックスの特性からみた応用分野及び用途をみたのが第2表である。このようなファイン・セラミックスのなかでもっとも広い用途がエレクトロ・セラミックス（コンデンサ、フェライト、ICパッケージ、サ

の概要

日本の市場 (億円)			備 考
1980年	1985年	1990年	
55	850	2,500	光ファイバー
1,600	3,000	5,000	電子材料他, エレクトロ・セラミックス
600	1,000	2,000	自動車エンジン部品他, エンジニアリング・セラミックス
50	150	600	I C基板用
150	300	600	原子力用途中心
100	220	400	工業炉用中心
100	180	350	磁性体, 蛍光体中心
2,655	5,700	11,450	
1,500	3,400	5,500	
250	600	1,000	半導体・印刷版用のみ
75	150	330	80年は分散系のみ
10	50	100	
140	220	400	膜用含まず
600	1,500	4,000	モジュールベース
2,570	5,920	11,300	
40	170	1,700	世界市場 各160, 1,000, 10,000
微少	微少	150	スアベスト代替が中心
開発中	開発中	100	F R M用
20	90	200	建材ベース
60	260	2,150	
800	2,000	5,000	ウエハベース
微少	N. A	N. A	太陽電池, トランスコア中心
N. A	N. A	N. A	
210	400	1,000	磁性体のみ
1,010	2,400	6,000	
6,300	14,280	30,900	

(資料) 日本開発銀行『調査』第66号より。

第1表 主要新素材

Needs		エレクトロニクス		オプトニクス		省エネ新		エネルギー		医療		構機		
		半導体基板	半導体周辺	磁性材料	電子機器周辺材料	レーザー	蛍光体	耐熱率向上	軽量化	太陽エネルギー	原子力	電超導材料	生体適合材料	医療機器
ファイン・セラミックス	合成石				○									○
	アルミナ・セラミックス		○	○								○	○	○
	窒化珪素・炭化珪素						○	○	○					○
	ガリウム砒素・リン	○				○	○			○				○
	ポウ素製品		○							○				○
セラミック繊維													○	
希土類				○		○								○
小計														
高分子材料	エンプラ		○		○				○				○	○
	感光性樹脂		○	○										○
	導電性樹脂	○	○	○	○				○	○				○
	吸水性樹脂												○	○
	イオン交換樹脂												○	○
高機能分離膜			○	○						○	○		○	
小計														
複合材料系	PAN系炭素繊維				○				○	○			○	○
	ビッチ系炭素繊維				○				○	○				○
	炭化珪素アルミナ繊維								○	○				○
	ガラス繊維強化セメント								○	○				○
小計														
新金属	シリコン	○							○					○
	アモルファス								○					○
	超合金		○	○	○					○	○			○
超微粉金属				○									○	
小計														
合計														

(注) 1. 素材・生産ベース 2. ファイン・セラミックスは部材を含む。

新素材開発の現状とその問題点

第2表 セラミックスの応用分野及び用途

材料	特性	応用分野	用途
電子材料	圧電性	着火素子, 圧電フィルター 表面波デバイス, 圧電トランス, 圧電振動子	ライター, FM, TV, 時計, 超音波メス
	半導性	サーミスタ, 非線形半導体, ガス吸着半導体	温度計, 加熱器, 太陽電池, ガスセンサー
	導電性	抵抗発熱体	
	絶縁性	絶縁体	IC基板
磁性材料	磁性	硬質磁性体 軟質磁性体	フェライト磁石 記憶素子
超硬材料	耐磨耗性 切削性		ベアリング バイト
光学材料	蛍光性	レーザーダイオード, 発光ダイオード	ホログラフィー, 光通信, 計測
	透光性	透明導電体	透明電極
	透光偏光性	透光圧電体	P I Z T (圧電磁器)
	導光性		光通信ケーブル

(資料) 日本長期信用銀行『調査月報』192号より。

第3表 ファイン・セラミックス製品の生産額推移 単位百万円, ()内伸び率

	40	45	50	51	52	53	54	55
セラミックコンデンサ	6,118 (2.5)	23,473 (9.0)	28,702 (22.3)	54,961 (91.5)	50,391 (▲8.3)	49,096 (▲2.7)	50,497 (2.8)	69,811 (38.2)
サーミスタ	615 (5.0)	1,152 (▲0.2)	1,988 (72.6)	2,760 (38.8)	3,209 (16.3)	3,528 (9.9)	3,933 (11.5)	4,942 (25.7)
バリスタ	608 (24.0)	1,832 (24.7)	2,302 (25.7)	3,753 (63.0)	3,616 (▲3.7)	4,107 (13.6)	4,289 (4.4)	4,073 (▲5.0)

(資料) 機械統計月報, 長銀『調査月報』192号より。

金 属	日立金属	○		○	55年売上高2,530億円中 194億円（8%）
	住友特殊金属	○			
	日軽金属			○	
	太平洋金属			○	
	アルス刃物製造			○	
機 械	久保田鉄鋼			△	
	新潟鉄工			△	
電 気・ 電 線	住友電気工業	○		○	55年売上高15,476億円中 71億円（0.5%） 55年売上高1,883億円中 944億円（50%）
	東京芝浦電気	○		△	
	T D K	○	○		
	東京精密		○		
	日本電気	△			
自動車	いすゞ自動車			○	

資料) 開銀『調査』66号より。

1 ミスタ、パリスト、センサなど) で、全体の六〇七〇パーセントを占めている。このエレクトロ・セラミックスの生産額をみたのが第3表である。この表から①コンデンサが全体の九〇%を占めていること、②全体として高い成長率が確認できるもの、それがきわめて不安定であることの二点があきらかになる。

最近の傾向として、原料がこれまでの酸化物系から非酸化物系に移行してきているが、これは非酸化物系の方が耐熱性、硬度及びコスト・パフォーマンスにおいて、はるかにすぐれていることによるものである。

ファイン・セラミックスは将来が期待されているだけに、第4表にみるように多くの企業が参入してきている。代表的な事例としては窯業・土石の京セラ、東芝セラミックス、日本碍子、日本特殊陶業、化学の電気化学、日立化成、繊維の東

レ、金属の日立金属電気・電線の住友電工、TDKなどがあげられる。ファイイン・セラミックスで最も大きな市場であるエレクトロ・セラミックスでは、東芝セラミックス、日立化成などエレクトロニクスメーカーの系列と、京セラ、日本碍子、日本特殊陶業の進出が目立っており、これの収益面への寄与は大きい。京セラでは、ICパッケージ、IC基板などの加工部品を中心に一九八二年売上高一、三三二億円（うち七五%がエレクトロ・セラミックス、その他二五%もすべてファイイン・セラミックス）、経常利益三四七億円をあげており、また、売上高に占める輸出ウエイトは四二%と高く、国際競争力も強い。東芝セラミックスも八二年売上高三五四億円でファイイン・セラミックスが九〇%で、経常利益三四億円をあげている。⁽³⁾

また、ファイイン・セラミックスのなかでも、とくにこんごの発展が期待されているエンジニアリング・セラミックスでは、川下のユーザー、加工業者との素材開発開拓のための提携がすすめられている。例えば、自動車部品のセラミックス化については、京セラ・日本ピストンリング・いすゞ自動車、日本特殊陶業リケン、東芝セラミックス・トヨタ、日産各グループが窒化・炭化珪素を主体に開発していたが、近年さらに日本碍子が曲げ強度、強靱性に勝る部分安定化ジルコニア（東レ開発）をベースに断熱ディーゼルエンジン部品を手掛け、アメリカ・カミンズへもサンプルを供給している。提携内容をみると、いすゞグループの場合、京セラが材料選択の調査、開発をおこない、日本ピストンリング・泉自動車が生産・シリンダーライナーなどの部品のセラミックス化に取り組み、いすゞがデザイン設計、生産技術など総合的開発も担当するという共同技術開発契約となっている。⁽⁴⁾

以上みてきたようなファイイン・セラミックスは、こんご省エネ、省資源という時代的要請のなかで、いつそうの開発期待がもたれるであろう。なぜなら、この原料は地球上、大量に存在していて、日本のように石油や多くの資源が

第5表 5大エンブラの用途別需要（1980年）

（単位：千t，％）

用途	ポリアセ タール	ポリアミ ド	ポリカー ボネート	変性PP O	ポリエス テル (PET PBT)	計
電子・電気工業	20 (44.4)	10 (16.1)	13 (48.1)	5 (33.3)	10 (62.4)	53 (35.2)
自動車車輛	12 (26.7)	17 (27.4)	— (—)	3 (20.0)	3 (18.8)	35 (21.2)
機械部品	5 (11.1)	4 (6.5)	6 (22.3)	6 (40.0)	3 (18.8)	24 (14.5)
押出製品	1 (2.2)	17 (27.4)	4 (14.8)	— (—)	— (—)	22 (13.3)
その他	7 (15.6)	14 (22.6)	4 (14.8)	1 (6.7)	— (—)	26 (15.8)
計	45 (100.0) (27.3)	62 (100.0) (37.6)	27 (100.0) (16.3)	15 (100.0) (9.1)	16 (100.0) (9.7)	165 (100.0)

（資料）開銀『調査』66号より。

海外に依存しているところでは、こんご供給不安がなく、コスト的にもかなり安価に生産できる可能性があるからである。ファイブ・セラミックスのとくに、こんご新規需要の中心となると考えられるものに、センサ材料とバイオ・セラミックスがあげられる。⁽⁵⁾

(二) エンジニアリング・プラスチック

このエンブラはポリエチレン、塩ビなどの汎用樹脂と比較して耐熱性、引張り、曲げ、衝撃などに強く、変形しにくいという特性をもっている。

五大エンブラの用途別需要をみたのが第5表である。この需要量は一九七三年九万トンから八〇年一六・五万トン（一、五〇〇億円）に増加しているが、これは汎用プラスチック七五二万トンのわずか二％にすぎない。しかし、金額では一〇％をしめ、年成長率も汎用プラスチックが四〇

五%であるのに対して、エンブラは一五〇%の伸びをしめしている。このような需要の拡大は、自動車、VTR、産業用ロボット、OA機器などの成長商品の機能部品向けを中心にみられ、また、軽量化にともなう燃費向上メリットもあるため、製品の高付加価値化とあいまって需要は高まってきた。自動車向けエンブラ需要は三万五、〇〇〇トンで、エンブラ全体の二〇%（第5表）であるが、自動車材料全体ではアルミなみの三〇四%にすぎない。

これまでみたようなエンブラ需要の急増を反映し、ファイン化をめざす化学合繊メーカーの設備増強、新規参入はあいつぎ、合計三〇社の多くを数えるにいたった（第6表）。

エンブラ生産の企業体制としては、次の三つの特徴をあげることができるよう（第1図参照）。

(一) 主要エンブラのなかで、財産面でユーザーとの結びつきを強めた先発企業を中心とした寡占体制ができている業種と、汎用プラスチック・メーカーの数多い参入できびしい競争を展開している業種とがかなり明確に区分できる。例えば、ポリアセーセルは一九六〇年デュボンが開発したものが、日本では一九六三年ポリプラスチック（ダイセル、アメリカ・セラニーズ）が企業化し、一九七二年に旭化成が自社技術で参入し、八一年三菱瓦斯化学の新規参入によって三社体制が確立した。変性ポリフェニレンオキサイドも二社体制である。これに対してポリブチレンテレフタレートは、一九七〇年セラニーズが開発し、ガラス繊維強化の形で需要をのびしたが、そのごポリブラ、東レ、帝人、三菱レイヨン、三菱化成、三井石油化学など一〇社が参入した。これは汎用プラスチック・メーカーとしての限界から、エンブラへの進出をしめす典型である。

(二) エンブラの技術開発に関しては、先進メーカーとしてのアメリカが圧倒的に強いものをもっている。日本のメーカーは、この技術面の立ちおくれをいかに克服するか、大きな課題をになっている。また、この五大エンブラは、す

第6表 主要エンブレメーカーの生産能力

(単位: t, %)

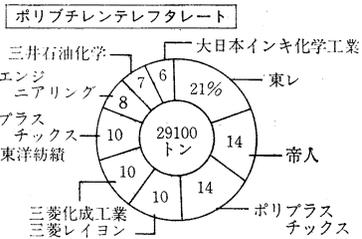
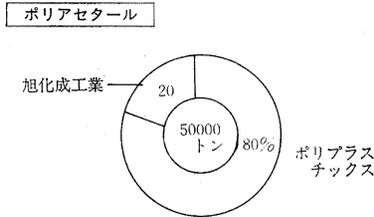
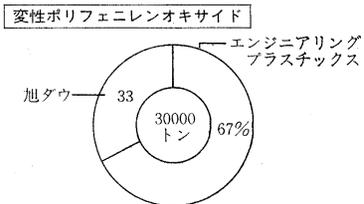
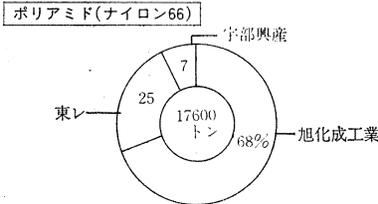
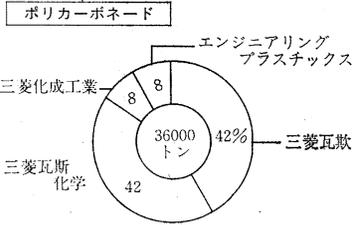
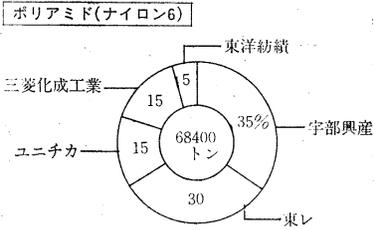
企業名	樹脂		ポリアセ タール	ポリカ ーボネ ート	変 庄 P P O	ポリプテ レンテレ フタレ ート (PBT)	提携関係
	ナイロン 6	ナイロン 66					
合繊系	旭化成	(64.1) 10,000	(10.5) 10,000		(29.4) 10,000		ダウケミカル (米)技術導入
	東レ	(31.1) 20,000	(28.2) 4,400			(25.6) 6,000	
	帝人					(18.0) 4,200	帝人化成よりP Cの供給
	ユニチカ	(15.5) 10,000				[5,000]	
	東洋紡績	(3.7) 2,400					
三菱 レイヨン					(5.1) 1,200	三菱化成, 三菱 瓦斯化学よりP Cの供給	
化学系	三菱化成	(15.5) 10,000			(18.3) 8,000	(12.8) 3,000	モンサント(米) ナイロン6輸入
	宇部興産	(34.2) 22,000	(7.7) 1,200	(計画中)			インベンダ(米) ナイロン技術導 入
	三井石油 化学					(8.6) 2,000	
	三菱瓦斯 化学			(10.5) 10,000	(33.8) 14,800	[10,000]	バイエル(西独) P C技術導入
	大日本イ ンキ化学					(12.8) 3,000	フィリップス (米)P P S輸入
帝人化成				(34.2) 15,000		バイエル(技術) P C導入	
合弁系 (専業)	エンジニア リング ・プラス チックス				(13.7) 6,000	(70.6) 2,4000	長瀬産業と米・ G Eの合弁
	ポリプラス チックス C E M		(79.0) 75,600			(17.1) 4,000	ダイセル化学と 米・セラニーズ の合弁 三井石油化学と 米・G Eの合弁
合 計	(100.0) 64,400	(100.0) 15,600	(100.0) 95,600	(100.0) 43,800	(100.0) 34,000 [55,300]	(100.0) 23,400 [28,400]	計276,800 [303,100]

(注) 1. [] 内は工事完成後(57~58年度上半期にかけ完成予定)。
 2. 上表の他に、ユニチカでポリアリレート(Uポリマー)、三菱瓦斯化学でビスマ
 イドトリアジン樹脂(B T樹脂)等が生産されている。

(資料) 開銀『調査』66号より。

第1図 主要エンプラのメーカー生産シェア

新素材開発の現状とその問題点



(注) 変性ポリフェニレンオキサイドには旭ダウの製品であるスチレングラフト化ポリフェニレンエーテルも含む。

円内の数字は年間生産能力の合計

(資料) 日経産業新聞 1980年8月18日号

でにメーカー生産能力の合計は需要需の一・八倍にものぼり、こうした過剰生産力は、きびしい競争を必然化している。

(三) エンプラは具体的な用途ニーズに合わせた開発が難しいこともあり、一般に開発投資負担が大きく、他方でユーザー側の品質要求の高度化、多様化からこまかい技術サーピスを要求され、さらに一品種が一〇〇以上のグレードに分かれており、多品種少量生産となっている。このことは過当競争ともあいまって、各社の採算をあまりよいものにはしていない。⁽⁷⁾

(三) 炭素繊維

炭素繊維は複合材料の代表的存在であるが、これにはアクリル系（PAN）とピッチ系がある。アクリル系は高强度、弾性に富み、主として省エネ型軽量構造材に適し、急速に用途開発が進められ、現在炭素繊維の主流を占めている。ピッチ系は耐熱性、耐蝕性に富み、価格もアクリル系の八分の一〜二〇分の一と安く、需要も拡大している。このように「アルミより軽く、鉄より強い」といわれる炭素繊維の特性と用途をみたのが、第7表である。

一九八一年のアクリル系炭素繊維の用途別需要をみたのが第8表であるが、その合計一、二五〇トンは前年八一五トンの五三%増であり、とくに航空・宇宙用がアメリカのスペースシャトルやミサイルなど軍備増強に対応し、前年の二倍に激増している。日本の国内ではスポーツ用が約八割をしめている。また、アメリカでは自動車の小型化、軽量化による燃費効率向上をめざして自動車用需要も増加してきている。このように世界の需要の六三%をしめ、さらに需要拡大が期待できるアメリカをめざして、日本のメーカーは設備増強や技術提携を積極的にすすめている。

第7表 炭素繊維の特性と用途

	特 性	用 途	
新素材開発の現状とその問題点	機械的性質	①強度・弾性率が高く、比重が小さい ②疲労強度が高い ③振動減衰性が良い ④クリープが小さい ⑥耐摩耗性が良く、摩擦係数が小さい	航空機・宇宙開発機器／補装具／リーフスプリング・パンパー・ドライブシャフト／ギター・オーディオパーツ／遠心分離器／無潤滑軸受／スポーツ用品
	熱的性質	①寸法安定性が良い ②極低温下の熱伝導が小さい ③耐熱性がすぐれている	ブレーキシュー／極低温用機器／マイクロメーター／スパッタ遮断布／断熱材／ベルトパッキング
	化学的性質	①耐食性、耐海水性にすぐれたFRPができる ②耐薬品性にすぐれており、強酸、強アルカリ、有機溶剤におかされない	船舶・耐食FRP／ミストセパレータ・フィルター
	電気的性質	①導電性がある ②非磁性である	FRP・床の帯電防止／制電性カーペット／FRPの静電塗装仕上／温醸タンク／面発熱体／電動機ブラシ／電気集塵機電極
	性電波質的	①X線の透過性が大きい ②電波の遮断性がある	医療用X線ベッド／アンテナ／電波遮蔽用FRPハウジング

資料) 長銀『調査月報』192号より。

第8表 世界のPAN系炭素繊維の用途別需要(1981年)

(単位: t)

	航空宇宙	スポーツ	工業用品	合 計	生産能力(82年末, 年産ベース)
日 本	10	210	50	270	2,580 (東レ1,260, 東邦レーヨン1,020他)
ヨーロッパ	70	30	40	140	200 (グラフィル(英)180他)
アメリカ	500	160	130	790	1,300 (UCC360, セラニーズ275, ハーキュレス590他)
そ の 他	—	50	—	50	—
合 計	580	450	220	1,250	4,080

資料) 開銀『調査』66号より。

第9表 世界の主要複合材料補強繊維メーカー（1981年）

繊維の種類	メーカー名	国名	原料	商標	生産能力 (トン/年)	増設計画 (トン/年)
炭素繊維 ¹⁾	東レ	日本	PAN ²⁾	トレカ	570	1,260(1982)
	東邦レーヨン	"	"	ベスファイト	540	900(1982)
	旭・日本カーボンファイバー	"	"	カーボロン	120	180(1982)
	三菱レイヨン	"	"	パイロフィル	0(輸入品)	120(1982)
	住化ハーキュレス	"	"	マグナマイト	0(")	計画中
	呉羽化学	"	ビッチ	クレカ	240	900(1982)
	Hercules	米国	PAN	Magnamite	250	
	Hitco	"	"	HI-TEX	115	360(1982)
	UCC	"	"	Thornel	0(輸入品)	230(1982)
	UCC	"	ビッチ	Thornel	-	-
	Stackpole	"	PAN	Panex	25	-
	GLC	"	"	Fortafil	180	840(1982)
	Celanese	"	"	Celion	5	250(1982)
	Courtaulds	英国	"	Grafil	150	-
	Hyfil	"	"	Hyfil-Torayca	-	-
Sigri	西独	ビッチ	Sigrafil	240	-	
Serofim	仏国	PAN	Regilor	20	-	
ボロン繊維	AVCO	米国	B-W ³⁾	AVCO BORON	15	-
	CTI ⁴⁾	"	"	CTI BORON	-	-
アラミド繊維	Du Pont	米国	芳香族ホモ	Kevlar	7000	21,000(1982)
	AKZO	オランダ	"	Arenka	-	-
シリコンカーバイド繊維	日本カーボン	日本	B-SiC ⁵⁾	ニカロン	6	12(1982)
	SNPE	仏国	SiC-W ⁶⁾	SiC Filament	-	-
	AVCO	米国	"	AVCOSILICON CARBIDE	-	-
アルミナ繊維	Du Pont	米国	Al ₂ O ₃	FP	-	-
	住友化学	日本	"	住化アルミナ	-	-

- (注) 1. ハイグレード炭素繊維のみ
 2. PAN: ポリアクリロニトリル
 3. B-W: 芯線タングステン
 4. CTI: Composite Technology Inc
 5. SiC: シリコンカーバイドのみ
 6. SiC-W: 芯線, タングステン
- 資料) 長銀『調査』192号より。

第10表 炭素繊維メーカーの提携状況

新素材開発の現状とその問題点

米 国		日 本		欧 州
ユニオン カーバイド (360)	技術供与 ← C F 輸出	東 レ 82年 (540→1,260)	合併・現地生産 →	エルフ・ アキテーヌ (仏)
アブテック	↗ 提携			
セラニーズ (275)	技術供与 ← C F 輸出	東邦レーヨン (540→1,020)	技術供与 → C F 輸出	エンカ(蘭)
ハーキュレス 83年 (590→1,000)	原系供給 ← 合併, 技術供与 → アプリプレグ輸入	住友化学工業 (住化ハーキュレス) (85年300)	原系供給, 合併 →	ベシネー・ ユージーヌ・ グールマン (84年200)(仏)
モンサント	←	アクリル織 維の技術交流		
ヒ ト コ (45)	原系供給 ← 合併, 技術供与 →	三菱レイヨン (82年120)		
ファバーライト	合 併 → アプリプレグ輸入	三 菱 化 成 (86年300へ)	複合材料・合併 ← 解 消 ↑ C F 輸出	チバ・ガイギ ー (スイス)
		旭 化 成 工 業 ↑ 合併(180) ↓		
ダウ・コーニング	← 市場調査	日 本 カ ー ボ ン (60)	→	エンカ(蘭) ロールス・ ロイス(英)
CF供給, 複合素材開発			↘	
デュポン	→ アラミド繊維 輸入	帝 人 帝 国 織 維 住友金属工業 (住金鋼材工業) ↓ 共同研究 呉羽化学工業 (240)		

(注) 1. 82年末時点。2. 全世界でPAN系生産能力は推定4,080 t。3. 東レ・UCC, 東邦レ・セラニーズ, 住化・ハーキュレスの各連合がPAN系CGの3強。

(資料) 開銀『調査月報』66号より。

世界のアクリル系炭素繊維の生産能力は、第9表にみるように、一九八一年約二、五〇〇トンであるが、この六〇％を日本がしめている。東レ、東邦レーヨン、日本カーボンを先発大手として、現在では十数社の参入がみられる。一社あたりの経済規模は、月産約三五トンとみられることから、業界全体としては過剰生産傾向にある。

東レ、東邦レーヨンはアクリル繊維の技術蓄積から生産面では優位に立ち、プレカーサー（中間原料）から焼成工程までの一貫体制をいち早く整え、第一世代需要により量産体制、品質安定化、中間加工素材の多様化をおこなっている。また、航空機需要の大半は欧米にあるため国際連携による市場開拓をすすめており、例えば、東レUCC、東邦レーヨンセラニーズ、また、東レハークュレスなどの技術供与による生産をおこなっている。この他、第10表にみられるように、国際摩擦回避のためもあって、合弁形態による進出が多い。しかし、東レ、東邦レーヨンの成型加工分野の技術は立ちおかれている。

これに対して後発の三菱レイヨン、旭化成が、国際連携を通し高付加価値の成型加工品をすすめることで劣勢挽回を意図している。旭化成はプレカーサー技術および強化繊維、素地となる樹脂部門をもち、日本カーボン（焼成技術）、チバ・ガイギー（複合、成型技術）と提携し、成型段階までを含めた事業展開をすすめている。また、三菱レイヨンも、アメリカ・ヒトコと提携し、国内でもアクリル系Ⅱ自社、ピッチ系Ⅱ三菱化成と三菱グループ一体となった素材、加工開発をおこなっている。さらに東レはこれまで素材売りにウェイトがおかれていたが、アメリカ航空機メーカー・アブテック、リア・アビアと提携し、小型ビジネス機の共同生産計画をすすめており、また、東邦レーヨンもセラニーズのプラスチック事業担当の子会社アーリンと共同で、自動車部品の成型加工分野への進出を準備している。⁸⁾

第11表 日米アモルファス開発プロジェクト

	日 本	アメリカ
プロジェクト	「アモルファス金属の工業生産技術と応用技術（電子機器への応用）の開発」	「電力トランス用アモルファス電気鋼板の開発」
プロジェクト 主 体	JRDC（新技術開発事業団）	EPRI (Electric Power Research Institute, アメリカ96の電力会社により設立された開発事業団)
期 間	1977年10月より3ケ年	1978～1982年
資 金	12億8,000万円	600万ドル
参 加 企 業 と 内 容	日立製作所・日立金属（板厚20～50ミクロン，幅100mm，長さ300m以上のアモルファス金属リボンの製造技術。3億8,000万円の開発費） 松下電気（コバルト・鉄・マンガン・シリコン・ボロン系を基本組成にした高透磁率アモルファス材料の開発と高記録密度を持つ電算機用テープ磁気ヘッドの開発。開発費3億7,000万円） ソニー（アモルファス高磁歪薄細線による大型座標読取装置の開発を可能にする基礎技術。トリプルロール法の開発。開発費2億1,000万円）。	アライド・ケミカル（約15cm幅アモルファス合金リボンを連続的に製造する技術の確立と材料探索） ウェスティングハウス（アライドケミカルの材料の実装トランス評価） （備考）上記プロジェクトとは別に，EPRI がペンシルバニア大にトランス材料の研究開発を1977～79年委託。1979年にGEも参加し，アライドケミカルの材料の実装トランス評価を実施。

資料）長銀『調査月報』192号より。

(四) アモルファス金属

金属の新素材として重要なものにアモルファス金属がある。これは鉄やコバルトをベースにした金属を溶融状態から一気に急速に冷却し、固体化したものでガラスと同様結晶構造をもたないのが特徴であり、強度、耐蝕性、磁気特性などに優れている。

アモルファス金属ははまだ実用化をめざしての開発プロセスの段階にあるが、とくに日本とアメリカでは国家プロジェクトとして、その開発がすすめられている（第11表）。

この用途は、電力用トランスの磁心、磁気ヘッド、太陽電池用シリコンなどであるが、日本ではさきの国家プロジェクト（J R D C）の他に新日鉄、三菱製鋼、東芝、T D K、古河電工、三菱電機などが参入し、また、アメリカ・アライド・ケミカルは三井石油化学と合併で日本非晶質金属を設立し、日本市場への進出を準備している。

アモルファス金属を含めた新金属の分野は、海外からの技術導入、特許が比較的多く、日本の技術水準はあまり高いものではない。

(四) 光ファイバー

光ファイバーは周知のように光通信の輝ける担い手として、その発展が大いに期待されている。これは当初アメリカで開発がすすみ、石英ファイバーの合成法の一つであるC V D法のアメリカ特許を、コーニングより日本の電線メーカーが導入したが、七七年には電々公社と住友電工、古河電工および藤倉電線がV A D法による極低損失ファイバ

第12表 光ファイバー主要メーカー

(1982年)

新素材開発の現状とその問題点

メーカー	生産能力 (年産換算) 千km	売上高	
		金額	売上比率
住友電気工業	36→72	60億円	1.3%
古活電気工業	24→48	30	0.7
藤倉電線	12→24	15	1.0
大日本電線	5→10	4	0.4
昭和電線	6→8	2	0.2
日立電線	6→12	15	1.0
三菱レイヨン	N. A.	5	0.3
信越化学工業	N. A.	8	0.6
日本板硝子	N. A.	23	1.5
東芝セラミックス	N. A.	2	0.6
その他		51	
計	89→174	215	

(資料) 開銀『調査月報』66号より。

を開発した。このころより日本はアメリカの技術水準にまでせまり、世界生産量の四〇%のウエイトをしめるにいたった。

一九八〇年の光産業全体の生産規模は八二八億円(うち光ファイバー五五億円、光通信システム一一億円)であるが、八五年には、一〇倍以上の急増が予測されている。

光ファイバーの主要メーカーの生産能力および売上高をみたのが第12表である。

上位三社のウエイトはかなり高い。また光ファイバーの品目別市場規模と参入メーカーをみたのが第13表である。とくに日本電気―住友電工、富士通―古河電工、日立製作所―日立電線など通信機メーカーと提携しているところが先行している。

第13表 光ファイバーの市場規模及び参入状況

(単位・百万円)

品名	53年度	54	55	主要参入メーカー(順不同)
レーザー素子	(1,108)	(1,646)	(3,305)	
気体レーザー素子	402	587	2,080	ウシオ電機、エビック商会、安立電気、大阪変圧器、小池酸素工業、三洋電機
固体レーザー素子	237	267	300	東芝、シャープ、日本電気、日立
半導体レーザー素子	469	792	925	富士通、保谷電子、金門電気
その他のレーザー素子	—	—	—	
発光素子 (レーザー素子を除く)	11,026	16,538	34,000	三洋電機、シャープ、新日本無線、東芝、日本電気、日立、富士通
受光素子・光検出器 (P.D)	3,507	4,119	8,920	三洋電機、シャープ、新日本無線、東芝、日本電気、日立、富士通、堀場製作所、山武ハネウエル
光ファイバー	2,867	6,618	6,500	住友電工、古河電工、藤倉電線、日立電線、沖電線、昭和電線、大日日本電線、富士通、日本板硝子、三菱レーヨン、ヒロセ電機、ミツミ電機、第一電子工業、日本航空電子工業
光コネクタ等光回路部品				オリンパス光学工業、日本板硝子、日本光学工業
上記以外の光部品	664	1,037	975	
光部品小計	19,172	29,958	53,700	
光通信システム (モデム、ファクシミリ等)	930	3,076	11,100	沖電気工業、住友電工、東芝、日本電気、日立電線、藤倉電線、富士通、日立、松下電器産業、古河電工
光情報端末 (POS端末、プリンタ等)	1,010	1,426	5,200	沖電気工業、住友電工、東芝、日本電気、日立製作所、藤倉電線、富士通、古河電工、横河ヒューレットパッカー
光記録装置 (レーザー光を用いるもの、 光ディスクを含む)	10	1,810	3,685	オリンパス光学工業、光洋、東芝、東洋通信機
光計測装置 (測定器、センサー等)	873	1,180	4,455	安藤電気、安立電気、エビック商会、島田理化学工業、住友電工、東芝、日本光学工業、日本テレコム
光加工装置 (レーザー加工機等)	1,160	1,640	3,000	小池酸素工業、島田理化学工業、東芝、日本赤外線工業、日本電気
上記以外の光応用機器	777	1,039	1,660	
光機器小計	3,830	7,098	18,000	
計	23,932	40,132	82,800	

(資料 見『調査』66号より。)

三、新素材と企業戦略

新素材開発への参入は、これまでみてきたように鉄鋼、繊維、化学、電機、自動車、業窯など広範なメーカーからなっている。それを大雑把にパターン化してみると、①素材メーカーの多角化、②既存技術の高度化、③加工組立メーカーの参入の三つに区分できよう。ここでは②のパターンの典型事例と思われる東レと京セラをとりあげ、新素材開発への取り組みを具体的に検討してみたい。

(一) 東レ

第一次オイル・ショックのこの業界に対する影響は大きかった。原材料の値上げが必要減退をまねき、さらに東南アジアからの輸出攻勢にたい、収益を大幅に低下せざるをえなかった。そこで、東レも、①低賃金を求めて東南アジアへの進出、②川上、川下への進出、③経営の多角化をすすめたが、①はブーメラン現象ではなかり、②は石油化学などの不況にたい撤退をよぎなくされたが、③多角化だけは東レの将来に貢献した。なかでも炭素繊維で世界最大のメーカーに発展できたのは、この多角化の結果である。

東レの業績は経常利益が一九七三年四九四億円をピークに、七四年には九三億円、七五年には五九億円の赤字となり、以後七七年まで低迷した。そのご人工皮革「エクセーヌ」、ポリエステル・フィルム「ルミラー」、エンブラ、炭素繊維「トレカ」などの非繊維部門の成長で、収益は回復に向い、経常利益は八一年二〇四億円、八二年二二四億円、八三年一七七億をあげている。しかし、この間、従業員一〇、〇〇〇人に及ぶ大幅な削減など、きびしい合理化

がせまられている。

東レが炭素繊維の開発に成功したのは、一九六九年であるが、当時の世界の需要量は年一〇トンで、価格はキロ三〇万円であった。七一年東レは月産一トン体制で生産を開始し、翌年これを五トンに増設した。これはアメリカ・NASA、空軍のACM開発プロジェクトが実施され、炭素繊維が航空・宇宙材料として期待されたことによる。

東レはこれまで高分子化学の技術蓄積があり、それが炭素繊維に結びついたのであるが、当初一九六〇年炭素繊維の企業化にあたって、アメリカ・ユニオンカーバイド（UCC）からレーヨン系の炭素繊維技術の導入をはかった。

しかし、そのご、レーヨンは、原料の確保難からアクリル（PAN）系が主流となるなかで、東レは自社開発技術（PAN系）で生産設備を建設・拡張し、UCCに技術供与をおこない、ここをアメリカのマーケット拡大の拠点としている。さらに、ヨーロッパには一九七六年イギリス・ハイフィル社の株式四九を取得し、八一年にはフランス国営石油会社エルフ・アキテーヌと合弁会社ソフィカールを設立し、現地生産と販売の拠点をつくっている。これは炭素繊維の需要の五〇％がアメリカに集中し、しかも、用途別では欧米での航空・宇宙用が九八％をしめているという事情に対応したものであり、こんごもいっそう海外事業にウェイトがかかるであろう。

東レ・トレカ事業部の規模は年商一〇〇億円程度であるが、利益は大きい。現在の生産能力は月産一〇五トンであるが、最近の航空能不況の影響から操業率はからなずしも高くはないが、ゴルフシャフト、テニスラケットなどスポーツ用品の好調に支えられている。

全世界的には炭素繊維が生産過剰であるが、このような情況のなかで東レはこんごの対応をどのように考えているか。次の二点を重点戦略としている。①新規需要の拡大である。X線（ヘッドカセット装置）、電波（アンテナ）、オ

ーデオ機器（スピーカー・コーン、ビッグアップアーム）用の生産から高速増殖炉プロジェクトへの参加などがあげられている。②ハイグレード製品の供給である。これはとくに航空・宇宙用途の拡大のために必要とされる。

(二) 京セラ

京セラがファイン・セラミックス関連製品でとくに特色のあるのは、次の五分野である。

① エレクトロニクス工業向け。カラーテレビの電子・チューナー、ポリウム基板、FMラジオのバリコン。
② 多結晶体、単結晶体を素材とした一般産業用の装置・部品の供給。自動車関連部品、高速繊維機械の糸道、伸線用ライドロール、超硬工具、大型製鉄機械部品。

③ ファイン・セラミックスの表面に金属層をつけ、他の金属との接合を可能にしたメタライジング技術およびセラミックスを積層し一体焼結することにより、マルチレイヤー製品をつくる技術の分野。これは京セラの売上げの五二%をしめ、世界の八〇%シェアをもつICパッケージがその中心。

④ ファイン・セラミックスを使用した電子部品。ハイブリッドIC厚膜基板、チップコンデンサ、トリマーコンデンサ、水晶振動子、配素センサー、超LSSOS（シリコン・オン・サファイア）。

⑤ バイオ・セラミックス。ICパッケージ向けのアルミナ結晶体が生体になじみよいところから急速に需要拡大。人工歯（根）、人工関節、人工骨、人工股関節、ネジ、ピストンなど京セラの独占。

以上の分野で重点が、エレクトロ用セラミックスであるが、長期的に研究開発をすすめようとしているのが②の自動車関連のセラミックス・エンジンである。現在、自動車エンジンは軽いものでも約一〇〇キロ、エンジン効率二

五%、タービン入口温度一、〇〇〇度C、熱交換器入口温度七〇〇度Cであるが、これをセラミックス・エンジンにした場合、重量三分の二、エンジン効率二五%、タービン入口一、四〇〇度C、熱交換器一、一〇〇度Cと高機能、軽量、燃費効率向上が期待できる。⁽¹⁰⁾京セラの自動車エンジンのセラミックス化では、ジーゼルエンジンに関して、一九八一年より第二期開発計画がはず自動車との間ですすめられている。ここではとくにエンジン作動時の高熱対策、耐衝撃性の改善を課題としているが、すでに八一年九月小型ジーゼルエンジン用のブロープラグを完成し、ジェミニに採用している。ガスタービンについては、八〇年より本田技研と共同開発で、燃焼室関係の試作、炭化ケイ素の反応焼結法での焼結などをすすめている。そして、一九八一年一月には、オールセラミックス・エンジン積載車の走行テストに成功している。このセラミックス・エンジン（自動車用）の開発にあたっての問題は、①技術的課題としてはもろさの克服、②工業的課題としては量産体制の確立とコストダウンの二つである。⁽¹¹⁾

以上、東レと京セラにおける新素材への進出とその取組みの特徴を見てきたのであるが、ここで新素材への企業参入の意味をあきらかにしておきたい。第14表にみるように、数多くの企業が新素材部門に参入しているが、その参入の特徴はある素材への特化がみられないことである。このことはいまだ新素材部門が基本的には開発プロセスにあることをしめすものである。このような新素材への企業参入は、各企業の「経営多角化」としてあらわれているが、その背景には、東レにめられるように、繊維工業をはじめとする石油化学、金属鋳業、鉄鋼業などの旧素材産業を中心とする、国際的、国内的な生産過剰を基調とする構造不況化、それにとまなう産業構造の変化と再編成の急速な進展がみられるのである。したがって、これらの企業にとって新素材への進出は、いわば企業の命運をかけた重要な戦略となっている。しかも、この素材部門は産業横断的要素が強いだけに、素材部門における産業再編成が他部門

第14表 新素材と開発企業例

		ニューセラミックス		有機高分子材料				金 属			複 合 材 料				備 考			
		アルミナセラミックス	窒化ケイ素・炭化ケイ素	光ファイバー	ガリウム砒素・リン	多孔性セラミックス	エポキシ樹脂	高性能交換樹脂	導電性樹脂	プラスチック	アモルファス金属材料	形状記憶合金	水素吸蔵合金	超微粉合金		PAN系CF	アルミナ繊維	炭化ケイ素繊維
1. 素材メーカーの多角化(既存技術を媒介に高付加価値化を狙う)	織 織	東洋紡績				○												(30%)(注1)
		ユニチカ									○							(31%)(注2)
		帝人																
		東レ	○												○	○		116億円
		東邦レーヨン														○		45億円(5%)
		三菱レーヨン														○		15億円(注3)
	旭化成	○												○			500億円	
石油・化学	石 油 ・ 化 学	昭和電工	○	○								○	○					
		住友化学工業														○		30億円
		三菱化成工業	○													○		10%(注4)
		呉羽化学工業														○		70%(注5)
		電気化学工業	○	○												○		87億円
		揖斐川電気工業	○	○														300億円(注6)
		信越化学工業	○	○														125億円(注7)
		三井石油化学																
宇部興産	○																30%(注8)	
日立化成工業	○	○															17%	
属	金 属	新日本製鐵																
		住友金属																
		日本鋼管																
		川崎製鉄																
		神戸製鋼所	○															
		日立金属		○														
		三井金属鉱業																
		三菱金属		○														
		住友金属鉱業		○														
昭和軽金属	○																280億円(注10)	
三菱軽金属																		

新素材開発の現状とその問題点

		ニューセラミックス				有機高分子材料				金 属			複 合 材 料			備 考			
		アルミナセラミックス	窒化ケイ素・炭化ケイ素	光ファイバー	ガリウム砒素・リン	多孔性セラミックス	エポキシ樹脂	高機能交換樹脂	イオン交換樹脂	導電性樹脂	プラスチック光ファイバー	アモルファスメタル	形状記憶合金	超微吸蔵合金	水素系CF		PAN系CF	ビッチ系CF	アルミナ系CF
（自らの製品に代替するものを自らつくる多角化）	電	古河電気工業		○	○						○	○							27億円
	電	住友電気工業		○	○	○	○		○										50億円
	線	日立電線		○	○														15億円
2. 既存技術の高度化	セ	日本カーボン		○											○	○	○	○	16億円
	セラ	東芝セラミックス	○	○	○														14億円
	ミ	日本特殊陶業	○	○															190億円
	ツ	日本碍子	○	○															200億円
	ク	旭硝子	○	○					○	○	○								1億円
	ス	日本板硝子		○															
		京都セラミック	○	○															1,005億円
3. 材料のユーザーが自分の必要に応じて自ら開発（共同開発を含む）	電	日立製作所	○								○	○							
	電	東京芝浦電気	○	○								○							
	電	三菱電気		○							○								
	電	三洋電気		○					○										100万円
	機	ソニー							○		○								
		東京電気化学工業						○		○									110億円
自		トヨタ自動車	○																
動		日産自動車	○																
車		いすゞ自動車	○																

東レと三井コークス鉱業がビッチ系CFを共同開発中（1981年12月より）

- (注) (1)(2)非繊維部門の比率 (6)電子材料売上高
 (3)MMA樹脂5億円, CF10億円 (7)ファイン化製品売上高
 (4)医薬品を含む (8)電子材料売上高
 (5)(8)ファイン化部門の比率 (9)(10)電子材料売上高
 出所) 長銀『調査月報』192号より。

第15表 新旧素材の市場規模比較

(単位：億円)

素 材 名	1980年	1990年
鉄 鋼	178,956	218,147
非 鉄 金 属	81,186	98,966
窯 業 ・ 土 石	83,945	102,329
化 学	179,787	219,160
織 維	81,053	98,803
紙 ・ パ ル プ	67,993	82,883
(旧 素 材 計)	(672,920)	(820,288)
フアイン・セラミックス	2,655	11,450
高 分 子 材 料	2,575	11,300
複 合 材 料	60	2,150
新 金 属	1,010	6,000
(新 薬 材 計)	(6,300)	(30,900)
新素材/旧素材比率	0.9	3.8

(注) 1. 旧素材は出荷金額80ベース、80年以降年率2%増を想定。

(資料) 開銀『調査』66号より。

新素材開発の現状とその問題点

に与える社会的インパクトは大きなものとなること
が予測される。

四、新素材開発の課題

——むずびにかえて——

これまで新素材開発の現状ならびにその特徴について検討してきた。最後に、新素材開発のこんごの課題について、いくつかの問題をとりあげたい。

(一)新素材の開発実用化は、新旧材料の交替を促し、産業再編をおしすすめる。こうした新旧素材の市場規模をみたのが第15表である。このなかにも新旧素材の交替がよみとれるが、その新旧素材の代替関係をまとめたのが第16表である。

①高分子材料ではエンブラの代替可能な範囲がきわめて広い。これは旧素材の汎用プラスチックの技術的延長線に位置づけられながらも、さらにこれまでの汎用プラスチックにはなかった耐高温性、耐

第16表 新素材と旧素材の代替関係

新素材 \ 旧素材	高分子材料		セラミックス			新金属							複合材料				
	エンジニアリングプラスチック	高性能分離膜	アルミナ・セラミックス	窒化珪素・複化珪素	ガラス・ウレタン・樹脂	高張力鋼	チタン合金	耐熱合金	超電導体	非磁性鋼	水素貯蔵合金	形状記憶合金	アモルファス合金	炭素繊維	炭化珪素繊維	ポロロン繊維	アラミド繊維
	化学素材	○	○	○	○												
鉄鋼						○	○	○	○	○				○	○	○	○
非鉄金属					○									○	○	○	○
複合材料	○		○	○										○	○	○	○
エレクトロニクス素材					○	○						○	○				

立教経済学研究第三八巻三号（一九八五年）

- (注) 1. ○印は代替しているか、あるいはその可能性が高いもの。
 2. 但し、旧素材が新素材により完全に代替されるものではなくて、旧素材固有の応用分野も残存することは注意を要する。どの程度侵蝕されているかは、各々のケースにより大きく異なろう。

(資料) 野口祐編『先端技術部門の複合連関分析』（税務経理協会、1982年）より。

腐蝕性、強度などの性質により応用の範囲が拡大し、鉄、非鉄金属などに代って使用されることによる。

② ファイン・セラミックスもエンブラ同様、新旧素材代替を推進している。ガスタービン、エンジンなど、これまでの金属のみが材料とされた分野にまで、これが確実に浸透しつつある。

③ 複合材料も新素材として強度、軽量化の改良がいちじるしく、広く鉄鋼、非鉄金属という旧素材に代替していることはすでにふれた。

④ 金属新素材は旧金属素材の延長線上にあって旧素材にない高機能性を有しているが、今日の段階では他部門の素材領域を侵蝕していない。また、エレクトロニクス関連の新素材であるガリウム砒素、ガリウムリンは、それ自体金属を素材とした単体ないし化合物であるが、素

子というレベルで考えれば自己完結的で、他の旧素材と代替関係にあるという性質のものではない。⁽¹²⁾

以上みたように多くの新素材は旧素材に代替し、その市場規模を拡大し、新旧産業の編成替えをも促すことになる。現段階はこの産業再編の基礎過程の成熟期といえよう。

この素材部門は産業の基礎前提を形成することから、新旧素材の交替は全ての産業分野に大きなインパクトをあたえることになる。また、新素材需要はエレクトロニクス、自動車など国際競争力の強いメーカーが多いだけに、この産業再編成がすすめば、かなりなテンポで動きだす可能性がある。

さらに、日本企業の多国籍企業化がすすむなかで、鉄鋼、アルミ製錬など量産型、原料海外輸入型、原料エネルギー浪費型の旧素材部門は、こんごいっそう海外立地志向を強めていくであろう。これに対して、炭素繊維のように主たる需要が海外にあるものは別として、多くの新素材部門は資源、エネルギーの制約が少ないことから国内に生産立地を求めるであろう。

(二)新素材開発の種類はきわめて多様であり、このなかから新しい企業結合と寡占体制の形成がすすんでいる。新素材部門への数多い参入企業と、新素材開発との関連をみれば次のようになるであろう。

- ① 在来技術の延長線上にある素材（ファイバー・セラミックス、エンブラ）——窯業・土石、化学メーカー
- ② 既存材料の組み合わせによる複合材料（炭素繊維）——繊維・化学メーカー
- ③ 高分子材料の新たな展開としての機能性高分子——繊維・化学メーカー
- ④ アモルファス金属、超電導材料などの新素材——鉄鋼・非鉄金属メーカー

この他に、本業のこれ以上の発展が期待できない（化学、合繊）、代替品による不安（鉄鋼↓新金属、電線↓光フ

アイバー）、さらに新素材ユーザーの加工組立産業からの参入もみられ、例えば、軽量・耐熱部品開発による燃費向上をめざすファイン・セラミックス分野への自動車メーカーの進出、また、ガリウム砒素、ガリウムリンなどエレクトロニクス新素材への電機メーカーの進出がみられる。

このように多様な分野のメーカーが新素材開発に参入してきている事情を反映して、新たな企業間給合がすすめられている。

新素材を中心とする企業間の連携には、次の二つの型がある。(一)素材メーカーと加工組立メーカー、ユーザーとの垂直的結合、(二)素材メーカー同志の共同開発をめざす水平的結合。この二つのうち、とくに前者のケースが多いが、それは次の理由による。

①新素材は一般に開発コスト・リスクが大きく、素材メーカーのみの負担では開発できないため、リスク分担の見地から加工組立メーカーとの共同開発が必要となる。

②新素材自体が特殊な機能を有するため、単なる素材というよりは加工品的側面が強く、ソフト面で各々の新素材の使用目的に応じた小ロットで、多様、高度化したユーザーのニーズに合致した開発をおこなう必要がある。

③ユーザーがエレクトロニクス・メーカーの場合、IC半導体などの開発スピードが、近年ますます早まってきており、ファイン・セラミックスなどの新素材メーカーとしては、ユーザー側の開発目標と密着した新素材開発をすすめていかざるをえない。

④新素材がある程度まとまった量を確保するためには、耐熱、軽量メリットなどによる代替電要のみでなく、新規需要創出が不可欠で、この点からもユーザーとの連携による応用、プロセスなどのソフト技術を発展させる必要がある。

る。¹³

また、垂直的結合には、企業集団による新素材開発プロジェクトとしての戦略的配置をねらったものがある。例えば、三井グループには「アモルファス合金」（三井石油化学、東芝など六社）、「炭素繊維複合材料」（三井石化、東レ、昭和飛行機）、三菱グループには「新素材開発」（炭素繊維）（三菱レイヨン、三菱金属、三菱化成、三菱重工）、「ファイブ・セラミックス開発」（ガスタービン）（三菱重工、旭硝子）、住友グループでは「新素材開発」（住友化学、住友金属、日本枚硝子、住友ベークライト、住友金属鉱山）などがみられる。

こんご新素材開発をめざし、新たな企業結合が進展することはさげられないであろう。また他方で、素材メーカーにおける企業再編も、新旧素材の転換に対応してすすめられることになるであろう。

(三)新素材開発に関しては、全般的にみて、やはり基礎研究の立ちおくれ、技術の対外依存、利用・応用技術への傾斜という特徴がみられる。新素材開発にとっては基礎研究は、特別の重要な意味をもっているといつてよいであろう。

政府は先端技術の開発のため、アメリカのNASAの研究体制をモデルとした「次世代産業技術研究開発制度——技術立国をめざして——」（通産省一九八一年以降一〇年間予算一、〇四〇億円）を創設し、官民協調による基礎技術から応用開発まで一貫した技術開発体制を促進している。その研究開発分野は①新素材六分野、②バイオ三分野、③新機能素子三分野であるが、予算の五〇%以上が新素材開発に投じられる。この他にも科学技術庁の「創造的科学研究開発推進制度」や「材料連合フォーラム」が設立され、産学官一体による新素材開発研究がおしすすめられている。¹⁴

（四）新素材開発では、これまでの蓄積された技術を基盤としたファイイン・セラミックスや炭素繊維の部門で、独自の技術的發展をしめしている。ファイイン・セラミックスは陶業の伝統技術と結合し、炭素繊維は高分子化学の技術蓄積の存在が大きな意味をもっていた。とくにファイイン・セラミックスと地場産業である陶業の伝統技術とのつながりに注目したい。さきにふれた政府の「次世代産業基盤技術研究開発制度」のファイイン・セラミックス部門は、国立研究機関と一五の民間大企業が研究組合を組織しているが、ここでは国立研究機関は成形・加工・焼結・評価の基礎部門を受け持ち、利用技術は民間企業が担当することになっている。この国立研究機関のなかでも、ファイイン・セラミックスについて研究は名古屋工業技術試験所が成果をあげている。この中京地域には、歴史的にも地場産業として陶業が發展してきたところであり、今日でも日本碍子、日本特殊陶業、ノリタケなどファイイン・セラミックスの開発に積極的な企業が存在している。また、トヨタ自動車もファイイン・セラミックスの自動車への採用を本格的に研究をはじめている。⁽¹⁵⁾

このファイイン・セラミックスに関しては、基礎的研究をとまなう新しい素材の開発やその加工技術の開発がともなうだけに、たしかに地場の中小企業ではきわめて困難であるが、完熟した商品（たとえば、アルミナ磁器の抵抗素体やハイブリッドIC基板など）は、愛知県の中小陶磁器メーカーによる生産がおこなわれており、また、大手メーカーの技術指導による委託・下請生産もすすめられ、こんご地場産業としての陶磁器産業にあたえる影響は大きいと考えられる。

（一）日本開発銀行『調査』第六六号（昭和五八年一月）、七ページ。

（二）日本長期信用銀行『調査月報』一九二号、一八ページ。

- (3) (4) 開銀『調査』第六六号、一六ページ。
- (5) 日刊工業新聞社『新素材への挑戦』(日刊工業新聞社、一九八一年)、九一ページ以下。日本経済新聞社『新素材革命』(日本経済新聞社、一九八一年)、二〇六ページ以下。
- (6) 日本経済新聞社『新素材革命』、八九ページ以下。
- (7) 開銀『調査』六六号、二四ページ。
- (8) 同前、二九～三二ページ。
- (9) 長銀『調査月報』一九二号、七二～六ページ。
- (10) 三戸節雄著『セラミックス革命』(PHP研究所、一九八三年)、六一ページ以下。
- (11) 長銀『調査月報』一九二号、八五～九〇ページ。
- (12) 野口祐編『先端技術部門の複合連関分析』(税務経理協会、一九八二年)、七九～八二ページ。
- (13) 開銀『調査』六六号、四一～九ページ。
- (14) 工業技術院計画課・次世代産業技術企画官室編『次世代産業を支える技術開発』(日刊工業新聞社、一九八三年)、二八七～二九二ページ。
- (15) 三戸節雄著『セラミックス革命』、一五九ページ以下。
- (16) 「陶磁気産業をめぐる諸問題と業界の対応状況」(愛知県経済研究所『あいち経済時報』一九八四年)、一三九号、一四三号。

(本稿は文部省科学研究費補助、総合研究A「技術先端産業と企業経営の分析」の一部である)